港湾業務艇によるナローマルチ測量システムの活用と課題への取り組み

釜石港湾事務所　小杉　宜史
鷲谷　忠彦
○齋藤　青夏

1．はじめに

震災後、釜石港湾事務所ではナローマルチ測量システムを装備した3隻の港湾業務艇が宮古港、釜石港及び大船渡港に配備された。ナローマルチ測量は音響測深のひとつであり、海底の様子を面的に捉えることが出来る(図2)。本システムは、災害時には迅速な施設確認、通常業務では施工管理等の円滑化が期待され、東北管内では初めて港湾業務艇に装備されることとなった。本報告では、新たに導入された本システムの活用と課題への取り組みを紹介する。

図1 被災した釜石港湾口防波堤(H23.4)

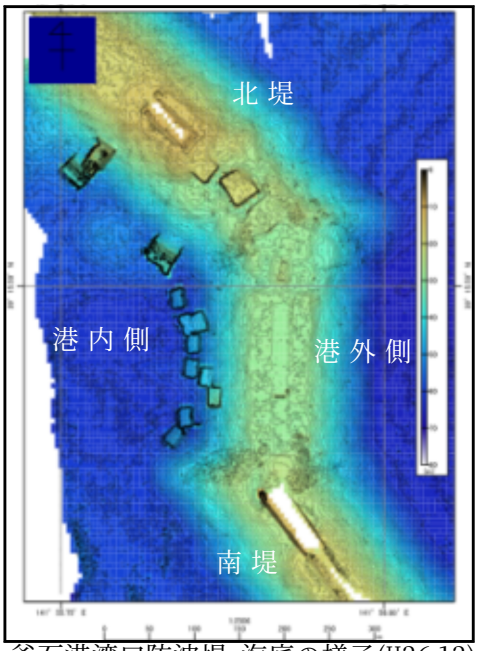

図2 釜石港湾口防波堤 海底の様子(H26.12)

2．ナローマルチ測量システムの特徴

本システムでは海底に向け、扇状にビームを発射することで、従来の音響測深に比べ短時間で広範囲の測深を行うことが可能である。今回導入された本システムは水中音速度計や船体動揺検出機を一体としている(図3)。また、最大水深490mまで測深することが可能である。

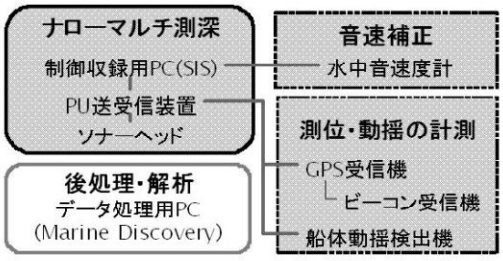

図3 ナローマルチ測量システムの構成

【マルチビーム音響測量装置 EM2040c 仕様】

周波数範囲　：200kHz～400kHz(10kHz刻み)
最大ピングレート(音波発射頻度)：50Hz
ビーム幅　　：1度×1度(400kHz)
ビーム角度※1：最大130度
測深点数　　：400

※1ビーム角度：扇状に発射する横方向の探索範囲

3．ナローマルチ測量システムの活用の現状と課題

本システムの活用に向けてより多くの職員が操作方法を習得していることが望ましい。しかし現状においては、測量ソフト(図4)が英語表記であることや、専門用語や解析の工程が多い等の理由から本システムを使用出来る職員が少ない。また操作方法の習得だけでなく、測量の設定条件や計画について経験を構築し、共有していくことも必要である。

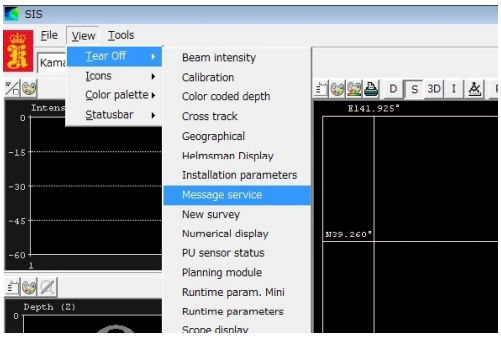

図4 測量ソフト

4．活用に向けた取組

4．1 操作ガイドの作成・講習会の実施

より多くの職員が操作方法を習得できるように測量から平面図、鯨瞰図の作成までを説明する操作ガイドを作成した。

操作ガイド作成に当たって、図などを多く用い、視覚的に理解できるように心掛けた(図5)。また求められる成果に応じて作業できるように、本システムについて補足や参考資料(取扱説明書などのページ番号)も添付した。

更に操作ガイド作成後、職員に対して講習会を行った(図6)。講習会には11名が参加し、操作ガイドを用いながらデモンストレーションを行った。講習会では、活用にあたって測深データをどのような方針で解析すべきか等も議論された。

なお作成した操作ガイドは、活用しながら必要に応じて、作業項目等を適宜更新していくものとする。

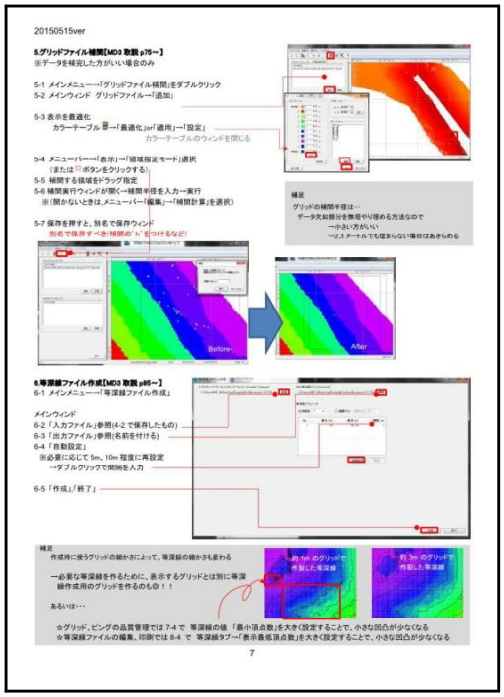

図5 操作ガイド

図6 講習会の様子

4．2 逆T型ブロックの測量実施計画

(1)測量計画・検討項目

釜石港湾口防波堤開口部に設置された潜堤(逆T型ブロック)の測量を行ったが、凹凸の複雑な逆T型ブロックの形状を捉えることが出来なかった。設置された逆T型ブロックの形状をいかに捉えるかが、今後の本システム活用に向けたステップアップになると考え、検討を開始した。これまで、開口部の海底の状況を測量する場合、ビーム角度120°程度で東日本大震災で転倒したケーソン等を観測していた。逆T型ブロックの形状を捉えることが出来なかった理由として、逆T型ブロックの天端幅0.5mの断面

図7 逆T型ブロック

(図7)を捉えるための測深点数が足りていなかったのではないかと考えビーム角度や、航跡ピッチを変更することで形状を捉えることが出来るのではないかと考えた(図8) 。

対象区域：釜石港湾口防波堤開口部※4

対象物：逆T型ブロック(L10.0m×B16.0m×H10.0m)

検討項目：ビーム角度、航跡ピッチ等

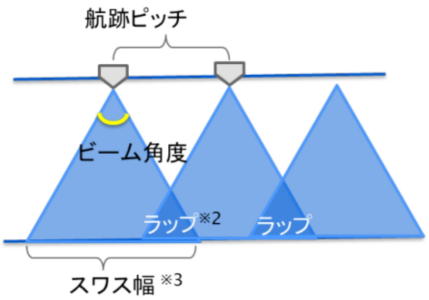

図8 測量の概要

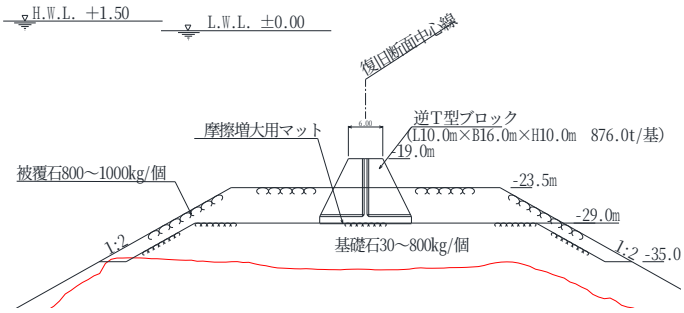

図9 釜石港湾口防波堤開口部･逆T型ブロックの断面図

※2 ラップ：水深19mにおける、ビームが重なる片側の割合。一般的に30～40%のラップが推奨されているが、メーカー公証ではない。

※3 スワス幅：横方向の測量可能範囲、ここでは水深-19m(逆T型ブロックの天端)の理論値。

※4 開口部の施工は水深-29mの基礎の上に逆T型ブロックを設置し、その後被覆石で逆T型ブロックの高さの約半分である水深-23.5mまで覆う(図9)。

(2)実施結果・考察

測量Ⅰではビーム角度60度、航跡ピッチ20mで測量を実施した。被覆石で逆T型ブロックが半分程度まで覆われた状態の開口部南側において、逆T型ブロックの形状を捉えることが出来た。しかし、被覆石が投入されていない北側で、逆T型ブロックの形状を捉えることが出来なかった(図10)。2つの区域で結果が異なるのは、逆T型ブロックの天端面と周囲との水深差の影響と考えられる。北側では逆Ｔ型ブロックの天端高と周囲の水深との高低差(10.0m)が大きすぎるために、測深値は異常値と認識してしまったことで記録されなかったと推測する。一方、南側では逆T型ブロック天端高と周囲の水深との高低差(4.5m)が小さくなったため、測量出来ていたと推測する。

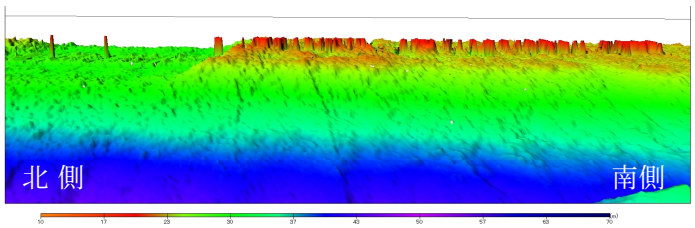

図10 開口部全体(測量Ⅰ:60°20mピッチ)

測量Ⅱ-ｉでは測深点数を増やすことにより北側を測量出来るか検証するために、ビーム角度(60°)を変えず航跡ピッチを測量Ⅰの20mから10mに変更した。

その結果、北側で逆T型ブロックの形状を捉えることは出来なかったが(図11)、一部測量することが出来て、天端高の測深値は概ね正しい値を示した。

また測量Ⅱ-ⅱではビーム角度(60°)、航跡ピッチ(10m)を変更せず、水深差が少なくなる航行(航路法線平行方向)及び、水深19mを中心に測深させる設定(深さの強制適用)を行い、逆T型ブロックの形状を捉えようとした。その結果、逆T型ブロックの形状(台形)を捉えることはできた(図12)。ただし北側の逆T型ブロックの天端高は想定とする測深値を得られなかった。またこの測量では水深差が10mの北側でノイズが多くみられたため、手動でノイズ除去を行わなければならなかった。測量Ⅱ-ⅰではそれほどノイズが発生しなかったため、深さの強制適用の影響によるものと考えられる。深さの強制適用を使用することについては、海底の深さが想定できない被災時の施設確認には活用することが難しいが、ある程度海底の水深が想定できる施工管理の際は有効である。

最後に航路法線に垂直に測量した測量Ⅱ-ⅰと、平行に測量した測量Ⅱ-ⅱのデータをノイズ除去したものを合わせると、よりはっきりと逆T型ブロックの形状を確認することができた(図13)。これは一定の方向からは捉えきれなかった逆T型ブロックの形状を複数の方向から測量したことにより、データを補完することが出来たためと考えられる。

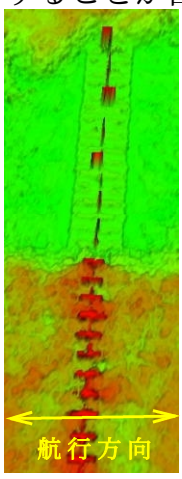

図11 測量Ⅱ-ⅰ

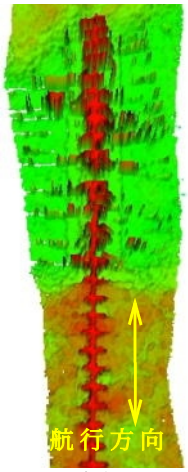

図12 測量Ⅱ-ⅱ

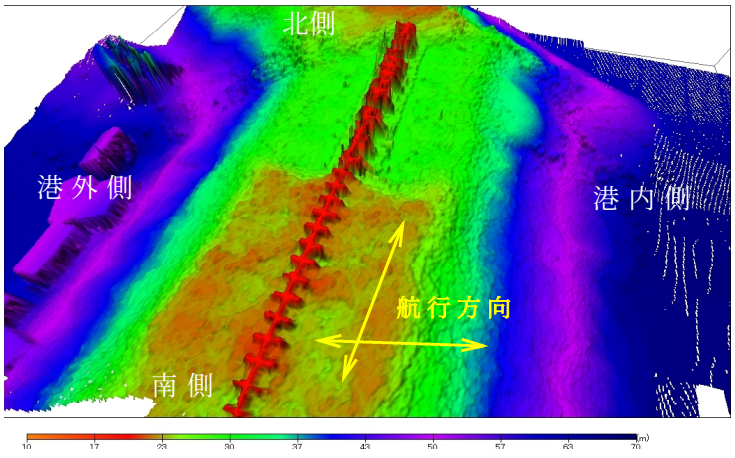

図13 測量Ⅱ(格子状データ)

5．終わりに

複雑な形状をした構造物を測量する場合には、船の航行効率(ビーム角度、航跡ピッチ)などを考えながら測量計画を立て、測量を行うことが重要である。特に逆T型ブロックのように複雑な形状の測量を行う場合では、形状を把握したいのか、より正確な測深値を求めたいのか、目的に合わせてアプローチの方法が変わる。また測量実施日の波高による影響等、今後活用を行いながら検討していく必要がある。

今回の測量では完璧な測量とはいかなかったが、設定すべき項目について知識を深めることが出来た。操作ガイドを活用しながら、今後も継続して本システム活用への取組を行い、課題などを含め共有を図っていきたい。